

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E  
APLICADAS (CCAA)

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA  
E AQUICULTURA (DEPAq)

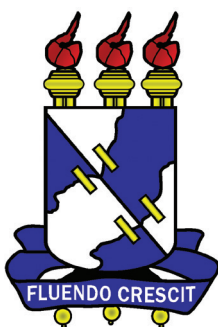
## **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM OBRAS DE MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DA SECA NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO**

SAULO ALMEIDA CABRAL

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jose Milton Barbosa

São Cristóvão, 2014





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E  
APLICADAS (CCAA)**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA  
E AQUICULTURA (DEPAq)**

## **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM OBRAS DE MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DA SECA NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO**

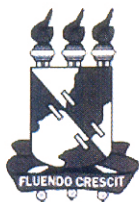
**SAULO ALMEIDA CABRAL**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Jose Milton Barbosa**

Monografia apresentada ao Departamen-  
to de Engenharia de Pesca e Aquicultura  
para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Pesca.

São Cristóvão, 2014





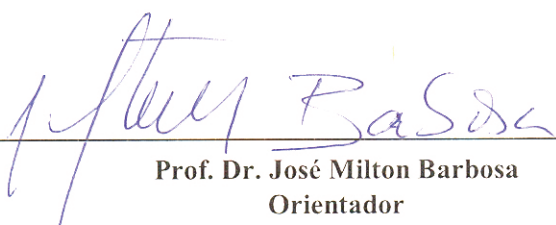
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
Centro de Ciências Agrárias Aplicadas (CCAA)  
Departamento de Engenharia de Pesca e  
Aquicultura (DEPAQ)

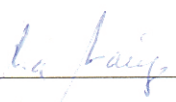


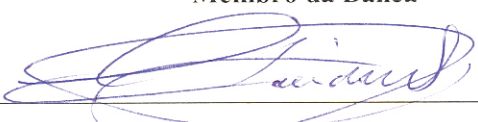
ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA  
RESOLUÇÃO Nº 119/2011/CONEPE

Aos 12 dias do mês de setembro do ano de 2014 às 10 horas, reuniu-se a Comissão Examinadora abaixo nomeada, para avaliação da monografia intitulada INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA OBRAS DE MITIGAÇÃO AOS EFEITOS DA SECA, de autoria do estudante Saulo Almeida Cabral, do curso de Engenharia de Pesca.

As notas atribuídas ao aluno foram as seguintes:

 Nota: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Milton Barbosa  
Orientador

 Nota: \_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Ana Rosa da Rocha Araujo  
Membro da Banca

 Nota: \_\_\_\_\_  
Pesquisador Claudemir Oliveira da Silva  
Membro da Banca

Média Final: \_\_\_\_\_



# Agradecimentos

Agradeço,

Agradeço por que houve um dia, e enquanto lembrar disto sempre terei esperança que um novo dia haverá;

Agradeço por cada um dos valores que me foram passados;

Agradeço não pelo que tenho, mas pelo que nunca desejei ter;

Agradeço por ter todas elas juntas em um só ser;

Agradeço por ver o chão arder como fogueira de São João;

Agradeço por ser brasileiro, povo marcado, povo feliz;

Agradeço pelas vitórias de cada desafio superado;

Agradeço ainda mais pela sabedoria de cada derrota;

Agradeço por ter aprendido desde cedo o que significa família;

Agradeço por cada um que me ajudou em minha construção;

Agradeço ainda mais por quem me ajudou a me reconstruir;

Agradeço por meu sobrenome, único bem herdado por direito;

Agradeço não por quem deu conselhos, mas por quem foi exemplo;

Agradeço por cada amigo, deste ou do outro lado da vida;

Agradeço por cada noite mal dormida em prol de uma ideia;

Agradeço por cada sonho de Alice, que hoje é meu sonho maior;

E por último não agradeço a Deus aqui, um bom jogador só agradece pelo jogo quando a partida tem seu fim.





*“No centro do sertão, o que é  
doideira às vezes pode ser a razão  
mais certa e de mais juízo!”*

trecho da fala de Riobaldo ao longo de Grande sertão:  
veredas. Livro de João Guimarães Rosa escrito em 1956



# Resumo

CABRAL, Saulo Almeida. **Inovação tecnológica em obras de mitigação aos efeitos da seca no semi-árido nordestino.** Monografia (graduação em Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

O conceito de seca, ou estiagem, pode ser resumido simplesmente como um período constante e duradouro de falta de chuvas, mas de acordo com Olapido, (1985), a seca pode ser dividida em 4 subsecções com suas especificações, sendo elas meteorológicas, hidrológicas, agrícolas, e econômicas. A meteorológica sendo considerada simplesmente a escassez da precipitação ou sua precipitação abaixo das estimativas, a hidrológica e a agrícola sendo consideradas efeitos colaterais da seca meteorológica, respectivamente representadas como a baixa dos níveis dos rios, reservatórios e corpos de água superficiais, e a insuficiência dos valores de umidade do solo para com as necessidades das plantas e cultivos.

A seca econômica seria uma derivada dos tipos de secas já apresentadas acima, sendo considerada os efeitos da seca quando esta induz a falta de algum bem ou serviço, devido ao volume inadequado de água a disposição, sendo por conta da má distribuição das chuvas durante os períodos de estiagem, o aumento desordenado da demanda por água em uma região, ou simplesmente por mau gerenciamento dos recursos hídricos a disposição de uma região. É com foco neste tipo de seca que esta monografia foi idealizada, baseando-se no fato de que a gestão dos recursos hídricos pode ser considerada como algo de vital importância para o bem estar, tanto social, quanto econômico, para uma população.

A tecnologia pode ser definida como a capacidade de gerir recursos de maneira ordenada em prol da resolução de um problema, e a seca pode ser considerada como um problema que atinge cerca de 17 milhões de pessoas no Nordeste brasileiro (IBGE, 2010), agravando-se ao ser ciente que 10 milhões destes sofrem de fome e sede graças as estiagens recorrentes no nordeste. Os gestores públicos tem uma longa história de combate à seca no país, vindas desde os primeiros açudes construídos desde a época imperial, até as comissões de bacias e o próprio DNOCS nos dias atuais, mas pouco foi alterado no

uso das tecnologias desde aqueles dias, sendo isto um alarme para o início das mudanças de paradigmas.

A disponibilidade de água é apenas o começo do problema apresentado pela seca econômica, pois além da água estar em um volume necessário, ela precisa apresentar parâmetros de qualidades compatíveis com sua utilização, ou seja, não adianta apenas captar, transportar e armazenar a água, mas se faz necessário o tratamento adequado desta água para os fins a qual ela esteja designada (CONAMA,2009). Outro detalhe que necessita de instrução é a utilização consciente e ordenada desta água, metodologias erradas de irrigação e o uso de componentes tóxicos que possam comprometer os corpos de água podem acabar diminuindo a distribuição de água de qualidade para as populações tanto quanto os efeitos da estiagem.

Este projeto tem em vista o objetivo de tornar-se um manual técnico de instrução, uma ferramenta de apoio aos gestores, públicos ou privados, governamentais ou não governamentais, com fins de aplicar, ou renovar, as tecnologias de mitigação aos efeitos dos períodos de estiagem em suas respectivas jurisdições, haja visto que a atual tecnologia se faz obsoleta ou muito atrasada, em muitos dos municípios que estão situados na zona de semiárido, algumas destas já com o alerta de desertificação. O manual será voltado em três vertentes distintas, a primeira voltada para a geografia e geologia das áreas de semiárido, a segunda com foco na história das obras de mitigação e convivência com a seca, e por último uma lista de metodologias e instrumentos capazes de auxiliar na disponibilidade de água de uma maneira ordenada, consciente e sustentável, para os fins que lhe forem julgado necessário.

**Palavras-chave:** Estiagem, nordeste brasileiro, inovação tecnológica, qualidade de água, gestão de recursos hídricos.

# Abstract

CABRAL, Saulo Almeida. **Technological innovation in the works for mitigating the effects of drought in the semiarid Northeast.** Monograph (Graduation in Fishing Engineering) – Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

The concept of dry or drought, can be summed up simply as a constant and sustained period of low rainfall, but according to Olapido, (1985), drought can be divided into 4 sections with their specifications, which were meteorological, hydrological, agricultural, and economic. The weather type is simply considered the shortage of rainfall or its precipitation below estimates, hydrological and agricultural being considered side effects of meteorological drought, respectively represented as the low levels of rivers, reservoirs and bodies of surface water, and insufficient values soil moisture to the needs of plants and crops.

The economic drought would be a derivative of a kind of dried up already submitted, considered the effects of drought when it induces the lack of any good or service, due to inadequate volume of water available, being due to the poor distribution of rainfall during dry periods, the uncontrolled increase in the demand for water in a region, or simply poor management of water resources at the disposal of a region. It is focused on this type of drought that this monograph was conceived, based on the fact that the management of water resources can be regarded as something of vital importance to the well being, both social, or economic, for a population.

Technology can be defined as the ability to manage resources in an orderly towards solving a problem way, and drought can be considered as a problem that affects about 17 million people in northeastern Brazil (IBGE, 2010) and deteriorated to be aware that 10 million of these suffer from hunger and thirst thanks to recurring droughts in brazilian northeast. Public managers have a long history of combating drought in the country, coming from the first dams built since the imperial era, until the watershed committees and DNOCS own today, but little has changed in the use of technology since those days, this being an alarm to began of the paradigm shifts.

The availability of water is just the beginning of the problem presented by the economic drought, because besides being in a water volume required, it must submit parameters qualities compatible with their use, do not use just, capture, transport and store water, but proper treatment of this water for the purposes for which it is designated (CONAMA, 2009) is necessary. Another detail that needs investigation is the conscious and orderly use of this water, wrong methods of irrigation and the use of toxic components that may compromise the bodies of water can end up decreasing the distribution of quality water for the population as much as the effects of the drought.

This project aims at the goal of becoming a technical instruction manual, a support tool for managers, public or private, governmental or nongovernmental, for purposes of applying or renewing the technologies for mitigating the effects of periods of drought in their respective jurisdictions, given the fact that current technology becomes obsolete or too late in many of the municipalities are situated in the semiarid zone, some of these already with the warning of desertification. The manual will focus on three distinct areas, the first focused on the geography and geology of the areas of semiarid, the second focused on the history of works of mitigation and dealing with drought, and finally a list of tools and methodologies able to assist in water availability in an orderly, conscious and sustainable manner, for the purposes as may be deemed necessary.

**Keywords:** Drought, Brazillian Northeast, Technological Innovation, water quality, water resources management.

## Lista de Figuras

Figura 1 - A seca dizima o gado da região, p. 20.

Figura 2 - Mapa Carta Geoprocessada da Região Nordeste, p. 24.

Figura 3 - Sub-Regiões do Nordeste Brasileiro, p. 25.

Figura 4 - Área de abrangência do Polígono da Seca, p. 30.

Figura 5 - Sobreviventes do êxodo chegam ao Rio de Janeiro, p. 36.

Figura 6 - Exemplo de caixa modular montada, p. 45.

Figura 7 - Caixa modular como reserva estratégica em indústria.

Figura 8 - Sistema bandeira azul em fase inicial 1, p. 54.

Figura 9 - Sistema bandeira azul em fase inicial 2, p. 55.

Figura 10 - Sistema bandeira azul em fase final 1, p. 56.

Figura 11 - Sistema bandeira azul em fase final 2, p. 56.

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Lista de municípios por Estado incluídos no polígono da seca, p. 31.





# Sumário

**19** | Introdução

**23** | Capítulo I

*Condições geográficas das zonas de seca no nordeste brasileiro*

**33** | capítulo II

*História da seca no Brasil*

**39** | Capítulo III

*Inovações tecnológicas para mitigação dos efeitos da seca*

**57** | Comentários conclusivos

**59** | Referências



## Introdução

Um mal que já foi cantado pelo mestre Luiz Gonzaga, que todos os anos volta para assombrar a sofrida vida do homem sertanejo do nordeste, a seca é definida como a maior das mazelas que aflige as regiões do nordeste brasileiro. Antes de escrever qualquer coisa sobre a temática abordada neste documento, gostaria de parafrasear as palavras do prefeito de Aracaju, João Alves Filho, ex-ministro de meio ambiente, durante o discurso de posse dos concursados para a secretária de meio ambiente da prefeitura de Aracaju, em janeiro de 2014, neste discurso aprendi que “não se pode lutar contra a seca, não se vê ninguém empunhando armas contra à seca, pois essa luta nunca poderá ser vencida.” Neste dia aprendi que não se trata de evitar o fenômeno da estiagem e da falta de chuvas, não se trata de um homem dançar até se fazer chover, mas sim de criar condições favoráveis para a manutenção da vida durante as épocas da seca, com isso mudou-se a ideia de “combate aos efeitos da seca” para o processo de “convivência harmoniosa com a seca” (Suassuna, 2007).

De acordo com a Articulação pelo Semiárido (ASA), rede formada por mais de 750 organizações da sociedade civil, que atuam na gestão e no desenvolvimento de políticas de convivência com a região semiárida, o período de estiagem que durou de 2012 até 2013 foi a 72ª grande estiagem registrada em mais de 500 anos de história, segundo dados históricos registrados, e foi considerada a maior seca dos últimos 40 anos no Nordeste brasileiro (Terra, 2013). A sociedade civil e as diversas esferas do Estado tentam agora mudar os paradigmas de obras de combate à seca e, passam a investir em obras e políticas de convivência com a seca. Até bem pouco tempo, em vez de disseminar políticas de “convivência com o semiárido”, o governo federal empreendia fortunas e outros recursos no combate à seca, isso desde que o imperador Dom Pedro II autorizou a construção do açude do Cedro, uma das primeiras grandes obras públicas de combate à estiagem, em 1880.

Este documento apresenta uma releitura sobre a realidade, geográfica, histórica e política dos efeitos da estiagem ao longo da história do Brasil, e apresenta propostas de inovações e aplicações tecnológicas, para fins de manutenção dos padrões de qualidade de vida durante os períodos de longas estiagens ao longo dos anos, para tanto se faz necessário pontuar

as deficiências já existentes, saber quais as ações positivas que já estão vigorando na presente data, saber quais tecnologias funcionam e quais tem os melhores custos benefícios para a sua gestão aplicada e saber quais delas mais se encaixam as realidades das populações a qual serão aplicadas.

Figura 1: A seca dizima o gado da região.



(Fonte: Revista Luz da guia, 2012)

Um passo importante na gestão pública para o começo desses procedimentos foi a instituição legal do polígono da seca, criado por lei, de 7 de janeiro de 1936, que posteriormente teve complementado as suas resoluções pelo Decreto-Lei nº 9.857, de 13 de setembro de 1946. Em 2005, a nova delimitação do Semiárido Brasileiro ampliou os critérios de inclusão dos municípios, por considerar insuficiente o índice pluviométrico apenas, foram então incluídos 102 municípios, além dos 1.031 anteriores. A área do semiárido passou a ser de 969.589,4 quilômetros quadrados, de acordo com a SUDENE, um dos principais órgãos atuantes nesta causa.

## 1 – Objetivos

O objetivo deste documento é o levantamento de dados confiáveis, para servir como instrumento norteador para instituições e prefeituras incluídas geograficamente nessa região, e que por falta de instrução ou competência não apresentam obras ou tecnologias suficientes para a mitigação dos efeitos da seca, diminuindo assim a qualidade da vida do homem sertanejo e mesmo da economia local, a intervenção do governo no combate à seca teve início no século XX, o governo, com vistas a combater seus efeitos,

criou uma dotação orçamentária para tal e instalou três comissões: a de açudes e irrigação, a de estudos e obras contra os efeitos das secas e a de perfuração de poços. Destas três, apenas uma permaneceu, a de açudes e irrigação. Não tendo desempenho satisfatório, ensejou a criação da Inspeção de Obras Contra as Secas, hoje o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) (SUDENE,2011).

Os dados levantados serão organizados e diagramados para a publicação do manual técnico-especialista “Manual Técnico de aplicabilidades tecnológicas para mitigação dos efeitos da seca no Semiárido do Nordeste brasileiro. ” esse projeto visa alcançar em primeiro momento, a publicação do livro, aplicabilidade de projetos de alcunha pontual para a amenização dos efeitos já existentes no momento presente, tentando reduzir dessa maneira os impactos, sociais e econômicos, e visando o bem-estar humano e animal como prioridade principal, e espera obter com sua aplicabilidade constante e paulatina, a tendência do melhoramento da qualidade de vida, mensurada pelo índice de desenvolvimento humano, IDH, a longo prazo, almejando obras de combate a efeitos futuros da seca, ampliando também a economia familiar, desenvolvimento da agricultura e pecuária familiar e disponibilidade permanente de água de qualidade para as populações atingidas.

## 2 – Organização

a estrutura desta monografia terá uma breve introdução sobre o cenário atual das ações positivas aplicadas para a manutenção do bem estar social das populações em zonas de estiagem e de desertificação, em seu segundo capítulo uma apresentação superficial dos critérios geográficos das zonas de estiagem, em seu terceiro capítulo um levantamento sobre os efeitos das longas estiagens e das ações de mitigação dos efeitos da seca ao longo dos anos no país, seu quarto capítulo apresentara uma lista de processos e paradigmas para auxílio na convivência em tempos de estiagem e na captação, transporte e melhoramento dos parâmetros de qualidade de água, e por fim no seu quinto capítulo, uma lista de instruções básicas sobre agronegócios, para a manutenção dos índices de qualidade de vida e econômicos de regiões que sofrem os efeitos da estiagem.



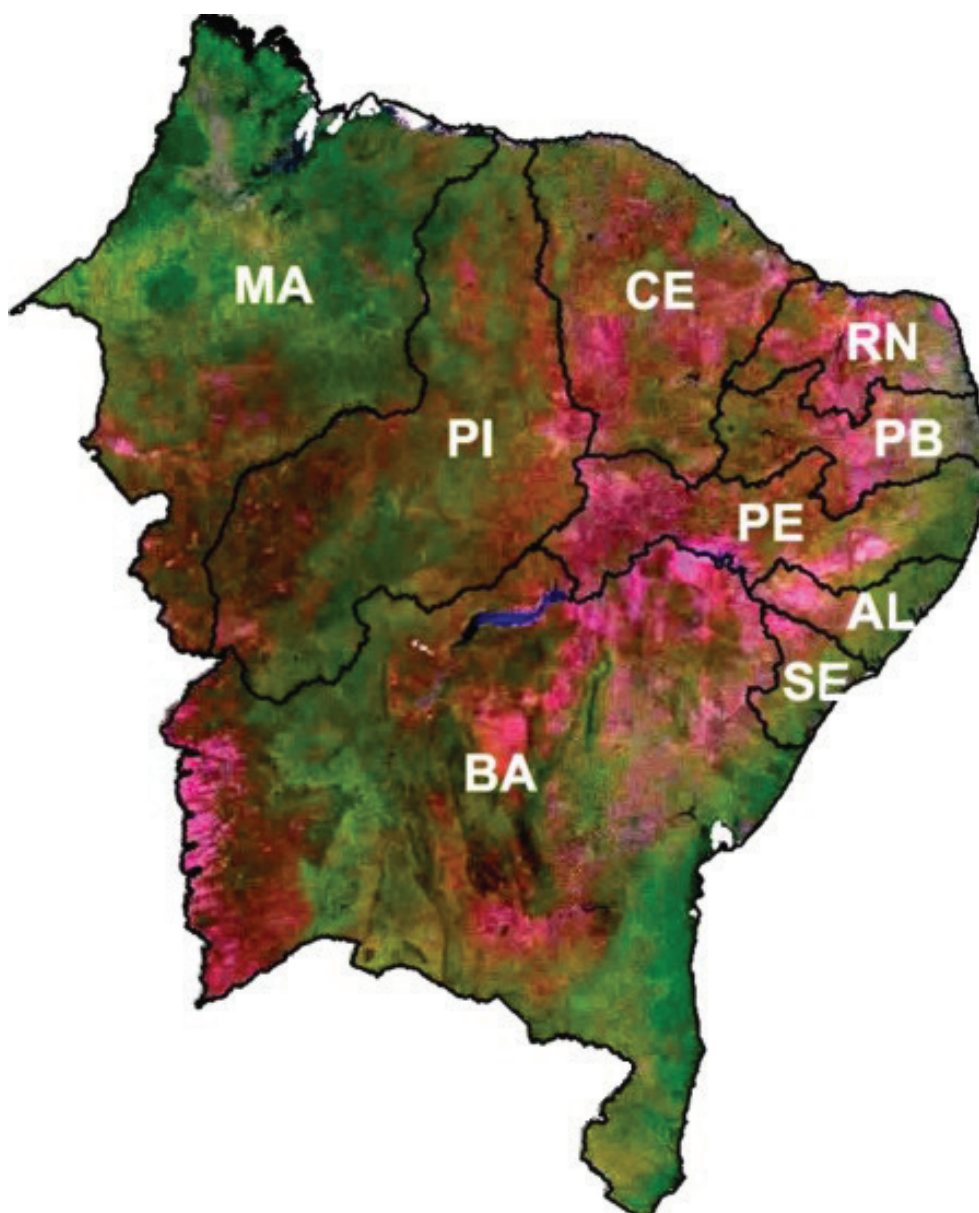
## Capítulo I

# Condições geográficas das zonas de seca no nordeste brasileiro

A Região Nordeste do território brasileiro é composta por nove estados: Sergipe, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte. Sua extensão territorial é de 1.554.257,0 quilômetros quadrados, sendo o terceiro maior complexo regional do Brasil, ocupando 18,2% da área do país (IBGE,2010). O território nordestino limita-se com as regiões Norte (a oeste), Centro-Oeste (a sudoeste), Sudoeste (ao sul), além de ser banhado pelo oceano Atlântico (ao norte e leste) e, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2010), abriga uma população de 53.081.950 habitantes, cerca de 28% da população residente no Brasil. A densidade demográfica é de 34,1 habitantes por quilômetro quadrado; o crescimento demográfico é de 1,3% ao ano. A população urbana é maioria – 73%. O estado da Bahia é o mais populoso (14.016.906 habitantes); Sergipe possui a menor concentração populacional da Região (2.068.017 habitantes) (IBGE,2010).

O Semiárido corresponde a 53% da área do Nordeste, e é uma zona sujeita a períodos cíclicos de secas. Estudos realizados sobre a distribuição de chuvas no globo terrestre atestam que essa aridez, é determinada pelo processo de circulação atmosférica global, exógeno à região, estabelecido, possivelmente, no final da era glacial, com efeitos avassaladores. Entre suas vítimas estão essencialmente o homem e suas atividades produtivas agro-extrativistas e pecuárias. O Nordeste tem, aproximadamente, 53 milhões de habitantes, dos quais 17 milhões vivem na região semiárida. No exacerbar de uma seca, 10 milhões de habitantes passam sede e fome.

Figura 2: Mapa Carta Geoprocessada da Região Nordeste.



(Fonte: EMBRAPA,2013).

O Nordeste apresenta características físicas e socioeconômicas que variam de acordo com a região, fato que criou as sub-regiões do Nordeste: Meio-Norte, Zona da Mata, Agreste e Sertão. Este trabalho tem por foco a zona do Sertão, que é uma extensa área de clima semiárido, conhecido como “Polígono das Secas”. Compreende o centro da Região Nordeste, está presente em quase todos os estados. Essa sub-região nordestina possui o menor índice demográfico da Região. Os índices de pluviosidade são baixos e irregulares, com a ocorrência periódica de secas. A vegetação típica



é a caatinga. A bacia do rio São Francisco é a maior da região e a única fonte de água perene para as populações que habitam suas margens, é aproveitado também para irrigação e fonte de energia através de hidrelétricas como a de Sobradinho (BA) e Xingó (SE). As maiores concentrações populacionais estão nos vales dos rios Cariri e São Francisco. A principal atividade econômica é a pecuária extensiva e de corte. Outras atividades desenvolvidas no Sertão são: cultivo irrigado de frutas, flores, cana de açúcar, milho, feijão, algodão de fibra longa (no Vale do Cariri, Ceará), extração de sal (litoral cearense e potiguar) e o turismo nas cidades litorâneas.

Figura 3: Sub-Regiões do Nordeste Brasileiro.



As sub-regiões do Nordeste: Verde - Meio Norte; Vermelho - Sertão; Roxo - Agreste; Amarelo - Zona da Mata  
(Fonte: SUDENE, 2011)

A região semiárida nordestina é, fundamentalmente, caracterizada pela ocorrência do bioma da caatinga, que constitui o sertão. O sertão nordestino apresenta clima seco e quente, com chuvas que se concentram nas estações de verão e outono. A região sofre a influência direta de várias massas de ar (a Equatorial Atlântica, a Equatorial Continental, a Polar e as Tépidas Atlântica e Calaariana) que, de certa forma, interferem na formação do seu clima, mas essas massas adentram o interior do Nordeste com pouca energia, tornando extremamente variáveis não apenas os volumes das precipitações caídas mas, principalmente, os intervalos entre as chuvas. No Semiárido chove pouco (as precipitações variam entre 500 e 800 mm, havendo, no entanto, bolsões significativos de 400 mm) e as chuvas são mal distribuídas no tempo, sendo uma verdadeira loteria a ocorrência de chuvas sucessivas, em pequenos intervalos. Portanto, o que realmente caracteriza uma seca não é o baixo volume de chuvas caídas e sim a sua distribuição no tempo. O clima do Nordeste também sofre a influência de outros fenômenos, tais como: El Niño, que interfere principalmente no bloqueio das frentes frias vindas do sul do país, impedindo a instabilidade condicional na região, e a formação do dipolo térmico atlântico, caracterizado pelas variações de temperaturas do oceano Atlântico, variações estas favoráveis às chuvas no Nordeste, quando a temperatura do Atlântico sul está mais elevada do que aquela do Atlântico norte.

A proximidade da linha do Equador é outro fator natural que tem influência marcante nas características climáticas do Nordeste. As baixas latitudes condicionam à região temperaturas elevadas (média de 26° C), número também elevado de horas de sol por ano (estimado em cerca de 3.000) e índices acentuados de evapotranspiração, devido à incidência perpendicular dos raios solares sobre a superfície do solo (o Semiárido evapotranspira, em média, cerca de 2.000 mm/ano, e em algumas regiões a evapotranspiração pode atingir cerca de 7 mm/dia).

A caatinga, vegetação xerófita aberta, de aspecto agressivo devido à abundância de cactáceas colunares e, também, pela frequência dos arbustos e árvores com espinhos, distingue fisionomicamente essa região. No entanto, encontram-se, encravadas nessa extensa região, áreas privilegiadas por chuvas orográficas, isto é, causadas pela presença de serras e outras elevações topográficas, que permitem a existência de matas úmidas, regionalmente conhecidas como brejos. São os brejos de altitude do Nordeste.

## 1 – Geografia quanto à geologia do semiárido.

Em termos geológicos, o Nordeste é constituído por dois tipos estruturais: o embasamento cristalino, representado por 70% da região semiárida, e as bacias sedimentares. No embasamento cristalino, os solos geralmente são rasos (cerca de 0,60 m), apresentando baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural. Numa comparação grosseira, é como se estes solos estivessem sobre um prato, onde a pouca quantidade de água que consegue se infiltrar é armazenada no fundo (Referência)

Os aquíferos dessa área caracterizam-se pela forma descontínua de armazenamento. A água é armazenada em fendas/fraturas na rocha (aquífero fissural) e, em regiões de solos aluviais (aluvião) forma pequenos reservatórios, de qualidade não muito boa, sujeitos à exaustão devido à ação da evaporação e aos constantes bombeamentos realizados. As águas exploradas em fendas de rochas cristalinas são, em sua maioria, de qualidade inferior, normalmente servindo apenas para o consumo animal; às vezes, atendem ao consumo humano e raramente prestam-se para irrigação. As águas que têm contato com esse tipo de substrato se mineralizam com muita facilidade, tornando-se salinizadas. São águas cloretadas, classificadas para irrigação, de acordo com normas internacionais de RIVERSIDE, (Riverside, 2005), acima de C3S3 e que apresentam, normalmente, resíduos secos médios da ordem de 1.924,0 mg/l (média geométrica obtida através da análise de 1.600 poços fissurais escavados no estado de Pernambuco), com valor máximo de 31.700 mg/l. Além da qualidade inferior da água, os poços apresentam baixas vazões, com valores médios de 1.000 litros/h.

Nas bacias sedimentares, os solos geralmente são profundos (superiores a 2 m, podendo ultrapassar 6 m), com alta capacidade de infiltração, baixo escoamento superficial e boa drenagem natural. Estas características possibilitam a existência de um grande suprimento de água de boa qualidade no lençol freático que, pela sua profundidade, está totalmente protegido da evaporação. Apesar de serem possuidoras de um significativo volume de água no subsolo, as bacias sedimentares estão localizadas de forma esparsa no Nordeste (verdadeiras ilhas distribuídas desordenadamente no litoral e no interior da região), com seus volumes distribuídos de forma desigual. Para se ter uma ideia dessa problemática, estima-se que 70% do volume da água do subsolo nordestino estejam localizados nas bacias do Piauí/Maranhão.

Em termos volumétricos, estima-se, no embasamento cristalino, um potencial de apenas 80 km<sup>3</sup> de água/ano, enquanto nas regiões sedimentares esse volume pode chegar a valores significativos, como os existentes nas seguintes bacias: São Luís/Barreirinhas com 250 km<sup>3</sup>/ano, Maranhão com 17.500 km<sup>3</sup>/ano, Potiguar/Recife com 230 km<sup>3</sup>/ano, Alagoas/Sergipe com 100 km<sup>3</sup>/ano e Jatobá/Tucano/Recôncavo com 840 km<sup>3</sup>/ano

Devido à facilidade de escoamentos superficiais e à baixa capacidade de infiltração da água no solo, as características do escudo cristalino possibilitaram a construção de um número expressivo de açudes e barragens em todo o Semiárido nordestino, estimado em mais de 70 mil, que represam cerca de 30 bilhões de m<sup>3</sup> de água. Isto representa a maior reserva superficial de água artificialmente acumulada em região semiárida do mundo. Porém, apenas 30% desse volume são utilizados na irrigação e no abastecimento das populações, consubstanciando-se numa evidente falta de planejamento na gestão dos recursos hídricos da região.

Por outro lado, as descargas dos rios nordestinos representam uma infiltração de água nos seus aquíferos da ordem de 58 bilhões de m<sup>3</sup>/ano, significando dizer que a extração de apenas 1/3 dessas reservas representaria potenciais suficientes para abastecer a população nordestina atual, com a taxa de 200/litros/habitante/dia, preconizada pela Organização Mundial de Saúde, e irrigar mais de 2 milhões de hectares com uma taxa de 7.000 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Com relação à prática irrigacionista, apesar de vários estudos sobre solos e recursos hídricos no Nordeste, não existe, ainda, uma estimativa confiável da área irrigável da região contando com as águas que podem ser transpostas do rio São Francisco. As áreas efetivamente irrigáveis no Semiárido nordestino, inseridas no polígono das secas, são de cerca de 2.200.000 ha, não sendo prudente esperar que este potencial supere 2.500.000ha.

Tomando-se por base essa última estimativa mais otimista, a conclusão a que se chega é a de que, aproximadamente apenas 2% da área do Nordeste são passíveis de irrigação, devido às limitações existentes em termos de qualidade de solos e, o que é mais grave, de quantidade e qualidade de água, o Nordeste, incluindo o norte de Minas sob jurisdição da Sudene tem, aproximadamente, 1.640.000 km<sup>2</sup>.

Apesar desta constatação, as ações de governo, notadamente as de âmbito estadual, têm sido frequentemente voltadas para o desenvolvimento da pequena irrigação nos 98% restantes da área, localizada, na maioria das vezes, em terrenos de aluvião sobre o embasamento cristalino, aproveitan-

do-se a existência de fontes de água, como: poços amazonas, pequenos açudes, rios etc., para realizar os bombeamentos necessários.

## *2 – As resoluções do polígono das secas do semiárido do Brasil.*

O Polígono das Secas foi criado por lei, de 7 de janeiro de 1936, e posteriormente teve complementado o seu traçado pelo Decreto-Lei nº 9.857, de 13 de setembro de 1946. Pela Constituição de 1946, Art. 198, Parágrafos 1º e 2º, foi regulamentada e disciplinada a execução de um plano de defesa contra os efeitos da denominada seca do Nordeste. A Lei nº 1.004, de 24 de dezembro de 1949, regulamentou as alterações constantes na Lei Maior, não alterando a área do Polígono. O Decreto-Lei de nº 63.778, de 11 de dezembro de 1968, delegou ao Superintendente da SUDENE a competência de declarar, observada a legislação específica, quais os municípios pertencentes ao Polígono das Secas. Esse Decreto-Lei regulamentou e esclareceu que a inclusão de municípios no Polígono somente ocorreria para aqueles criados por desdobramento de municípios anteriormente incluídos total ou parcialmente, no mesmo Polígono, quando efetuados até a data da lei regulamentar, ou seja, de 30 de agosto de 1965. (CTI,2014)

Figura 4: Área de abrangência do Polígono da Seca.



(Fonte: Brasil,2005.)

Em 2005, a nova delimitação do Semiárido Brasileiro ampliou os critérios de inclusão dos municípios, por considerar insuficiente o índice pluviométrico apenas. Hoje em dia os critérios adotados para a inclusão de um município no polígono da seca são os seguintes:



- precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990
- risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Foram então incluídos 102 municípios, além dos 1.031 anteriores. A área do semiárido passou a ser de 969.589,4 quilômetros quadrados, sendo o maior aumento registrado em Minas Gerais: 51,7% do estado passaram a integrar o semiárido. (SUDENE,2011).

Tabela 1 – Lista de municípios por Estado incluídos no polígono da seca.

ESTADO	Qtd. de municípios na área de atuação da SUDENE	Qtd. de municípios dentro do Polígono das Secas	Qtd. de municípios fora do Polígono das Secas
Maranhão	217	0 (0,00%)	217 (100,00%)
Piauí	223	214 (95,96%)	9 (4,04%)
Ceará	184	180 (97,83%)	4 (2,17%)
R. G. do Norte	167	161 (96,41%)	6 (3,59%)
Paraíba	223	223 (100,00%)	0 (0,00%)
Pernambuco	185	145 (78,38%)	40 (21,62%)
Alagoas	102	51 (50,00%)	51 (50,00%)
Sergipe	75	32 (42,67%)	43 (57,33%)
Bahia	417	256 (61,39%)	161 (38,61%)
Minas Gerais	168	86 (51,19%)	82 (48,81%)
Espírito Santo	28	0 (0,00%)	28 (100,00%)
TOTAL	1.989	1.348 (67,77%)	641 (32,23%)

(Fonte: SUDENE, 2011.)





## capítulo II

# História da seca no Brasil

Historicamente, no Brasil, a sobrevivência de grande parte do contingente de pessoas afetadas pelas secas tem dependido das políticas oficiais de socorro, do recurso a emigração para outras regiões ou para as áreas urbanas do próprio Nordeste, mas nem sempre o estado esteve a disposição da parcela da população durante os longos períodos de estiagem.

O primeiro relato da seca nordestina foi feito pelo padre Fernão Cardin: "...uma grande seca e esterilidade na província e que 5 mil índios foram obrigados a fugir do sertão pela fome, socorrendo-se aos brancos". Grandes perdas de cana e aipim foram sentidas, isso no final do século XVI, entre os anos de 1583 até 1585. Naquela época não existia ainda o processo de ocupação e de fundação de vilas nos interiores das capitanias, e por isso a parcela que mais sofria com os efeitos das estiagens prolongadas eram as tribos indígenas do país. A capitania de Pernambuco é atingida por "peste" no espaço de tempo de 1692 até 1693. Frei Vicente do Salvador relatou que indígenas, foragidos pelas serras, reuniram-se em numerosos grupos e avançaram sobre as fazendas das áreas ribeirinhas. O processo de ocupação dos interiores aconteceu durante meados da segunda metade do século XVII, quando os chamados "sertanejos" passaram a ocupar a região conhecida como o Polígono das Secas - parte de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e também Norte de Minas Gerais. A presença foi intensificada após uma Carta Régia que proibia a criação de gado em uma faixa de dez léguas desde o litoral em direção aos sertões.

Nos anos 1700, diversas estiagens atingiram a região, deixando rastros alarmantes nas capitanias. A do Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte foram as mais prejudicadas. Rebanhos, homens, mulheres e crianças morreram em grande número. A infraestrutura dos engenhos não acompanhou com a mesma velocidade o crescimento populacional e a fome se espalhou de forma acelerada. Segundo Irineu Pinto, um dos fundadores do Instituto Histórico e Geográfico Paraibano, fiscais da Câmara chegaram a pedir ao rei que enviasse escravos, pois os que habitavam a região haviam morrido de fome. O mais agravante destas secas foi o acontecimento de dois longos

períodos de estiagem em curto espaço de tempo, a primeira que aconteceu ao longe de 1720 até 1721, que vitimou centenas de pessoas de fome e sede e destruiu toda a plantação da época, e a grande seca de 1723 até 1727, que ocasionou quase uma mortalidade total dos escravos da região e um grande êxodo rural.

Em 1982, o censo determinou a morte de 137.688 pessoas devido aos efeitos da última seca. No período de 1790 até 1793, houve a que foi conhecida como a “seca dos pedintes”, com ela foi criada como a primeira organização de caráter administrativo assistencialista, a Pia Sociedade Agrícola. Segundo Euclides da Cunha, cartas régias de 17 de março de 1796, nomeando um juiz conservador de matas, e a 11 de junho de 1799, decretava que “se coíba a indiscriminada e desordenada ambição dos habitantes (da Bahia e Pernambuco) que têm assolado a ferro e fogo preciosas matas... que tanto abundavam e já hoje ficam à distância considerável, etc.”, sendo estas as primeiras atitudes legais de combate aos efeitos da seca por parte dos representantes do Estado.

Nos anos de 1844 até 1846, a seca ocasionou tanta escassez de alimento, que existem relatos de sacos de farinha de mandioca sendo trocados por quantias consideráveis de ouro e prata.

Foi durante o período de estiagem entre 1877 até 1889 que as coisas realmente foram assustadoras, foi a conhecida como “a grande seca”, o Ceará na época tinha de acordo com os últimos censos, 800 mil habitantes, foi estimado entre mortos e pessoas que abandonaram suas terras um número de 500 mil habitantes, estimasse que metade de Fortaleza veio a perecer durante esta que foi conhecida como a mais devastadora das secas, a seca e as doenças dizimaram por completo os rebanhos, a economia da região foi arrasada. Aproximadamente 15% da população se dirigiu para as terras da Amazônia nessa época, algo em torno de 120 mil sertanejos, somando-se a este número 68 mil desabrigados da seca que se dirigiram para outros estados da região nordeste. De acordo com a pesquisadora Isabel Guillen, que coleciona diversos artigos e estudos sobre o tema em instituições acadêmicas de Pernambuco, foi nesta seca que surgiu o termo “retirante”.

“Quando se trata de migração nordestina, tudo se passa como se fosse uma decorrência econômica social natural, levando-se em conta a construção imaginária do tripé Nordeste-seca-migração. De certo modo, essa representação social contribui para criar a invisibilidade histórica em torno do migrante”. (Guillen, 2009)

Após a catástrofe de 1877, as autoridades do Império começaram a ter uma maior preocupação com o assunto. O imperador D. Pedro II chegou a cunhar a célebre frase: “Não restará uma única joia na Coroa, mas nenhum nordestino morrerá de fome”. Criou-se comissão imperial para desenvolver medidas que pudessem atenuar futuras secas. Da adaptação de camelos, construção de ferrovias e açudes e a abertura de um canal para levar água do Rio São Francisco para o Rio Jaguaribe, no Ceará, muito pouco saiu do papel, o único feito real foi a construção do primeiro grande açude brasileiro, o açude de Cedro, na cidade de Quixadá no sertão do Ceará.

Durante a estiagem de 1888 até 1889, Dom Pedro II, institui a comissão da Seca, (que viria a ser mais tarde a comissão de açudes e irrigação) como resposta as vilas abandonadas de Pernambuco e Paraíba, onde as lavouras haviam sido completamente destruídas. Foram duas décadas de curtas estiagens, mas que com o movimento do êxodo rural, ainda afetava de maneira pesada a economia da região. Somente em 1909, durante o governo de Nilo Peçanha, foi instituído o Instituto de Obras Contra as Secas (IOCS), que no entanto, o efeito prático não se traduziu em melhorias significativas para o dia-a-dia da população.

Foi durante o governo do Presidente Venceslau Brás na seca de 1915, que se reestruturou o Instituto de Obras Contra as Secas (IOCS), que passou a construir açudes de grandes portes por todo o nordeste. Não sendo suficiente são instituídos os primeiros campos de concentração pelo governo do Ceará, nas margens das grandes cidades para impedir a migração e o êxodo, com temor de saques, para isolar a população faminta e impedir-lhe o movimento em direção as cidades. A fome e a falta de higiene provocaram um quadro trágico. De acordo com o relato da professora Kênia Rios, doutora em História pela Pontifícia Universidade (PUC) de São Paulo. “Eram locais para onde grande parte dos retirantes foi recolhida a fim de receber comida e assistência médica. Não podiam sair sem autorização dos inspetores do campo. Ali ficavam retidos milhares de retirantes a morrer de fome e doenças”(Rios,2009).

Figura 5: Sobreviventes do êxodo chegam ao Rio de Janeiro.



(Fonte: Autor desconhecido, 1915)

Em 1919, o governo Epitácio Pessoa transforma o IOCS em DNOCS que recebeu ainda em 1919 pelo Decreto 13.687, o nome de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) antes de assumir sua denominação atual, que lhe foi conferida em 1945 pelo Decreto-Lei 8.846 de 28 de dezembro de 1945, vindo a ser transformado em autarquia federal através da Lei nº 4229 de 1 de junho de 1963. Em 1932, outra estiagem iria devastar o semiárido nordestino. Foi nessa época que se tornou conhecida a indústria da seca: as oligarquias econômicas e políticas da região que usavam recursos do governo em benefício próprio, com o pretexto de combater as mazelas do fenômeno climático. Indústria da seca é um termo utilizado no Brasil para designar a estratégia de certos segmentos das classes dominantes que se beneficiam indevidamente de subsídios e vantagens oferecidos pelo governo a partir do discurso político da seca. Em 1932 foi também o ano em que o governo do Ceará voltou a utilizar os campos de concentração das áreas de secas, a fins de preservação social.

Outras secas atingiriam o Nordeste nas décadas seguintes. Em 1963 grande parte do Brasil enfrenta uma forte e intensa estiagem, seguida de recordes de calor. Este foi o ano mais seco da história em várias cidades, mas a mais abrangente das estiagens teve início em 1979 e durou quase cinco anos, indo até meados de 1984. Fome e saques se espalharam pela região nordeste inteira. Estima-se que não houve colheita em nenhuma lavoura dentro de uma área de 1,5 milhões de km<sup>2</sup>. Dados oficiais dão conta de que, nessa época, morreram 3,5 milhões de pessoas por conta de enfermidades e desnutrição, oriundos da falta de saneamento básico, alimentos e disponibilidade de água de qualidade.

A década de 80 foi considerada uma época de boa distribuição pluviométrica apresentando apenas dois períodos de estiagens, mas de curta duração e poucos impactos, entre os anos de 1982 e 1983. Em contrapartida na década de 90 o fenômeno voltou a se repetir com mais intensidade nos anos de 1993, 1998 e 2001. Um apontamento de tendência de seca em 1998 antecedeu sua ocorrência graças a observação do fenômeno El Niño por meteorologistas, mas as ações de precaução e prevenção continuaram a serem pouco efetivas na mitigação dos problemas. No fim da década de 1990, Pernambuco viveu o pior racionamento de água de sua história: a região metropolitana, incluindo Recife, passou a receber água encanada apenas uma vez por semana. Em 2001, aliada à crise de energia elétrica que colocava em risco todo o País, a estiagem tornou-se ainda mais preocupante para o poder público e para acima de tudo, a população.

Em 2005 um fato completamente atípico ocorre, a região da maior bacia hidrográfica do planeta sofre os efeitos de uma forte estiagem, é registrado a maior seca da história da Amazônia. Em 2007, uma seca na porção norte de Minas Gerais, foi considerada a mais grave já enfrentada pelo estado, praticamente não choveu na região entre março e novembro de 2007 e as precipitações seguiram-se abaixo da média climatológica até fevereiro de 2008. Centenas de municípios entraram em estado de emergência, registraram-se 53 976 focos de incêndio (recorde histórico para o estado) e 190 mil cabeças de gado morreram. Foi também em 2007 que teve início nas obras da transposição do rio São Francisco. A transposição do Rio São Francisco. É uma obra bastante polêmica, tanto por sua viabilidade econômica como por seu impacto ambiental, que já havia sido discutida em governos anteriores. A previsão é de que o sistema de transposição esteja em pleno funcionamento entre 15 a 20 anos a partir do início do projeto.

Em 2012 o nordeste enfrentou a pior estiagem das últimas 3 décadas, com 10 meses de falta total de chuvas, agora em 2014, na porção sul do Sudeste e em parte da Região Sul, em pleno auge do período chuvoso, mais tarde estendendo-se também para Minas Gerais e Espírito Santo, áreas em recuperação das enchentes, as chuvas ficaram muito abaixo da média climatológica na maior parte dessas regiões e cidades como São Paulo e Porto Alegre tiveram calor recorde. Houve prejuízos na agricultura e na segunda quinzena de fevereiro, as chuvas retornaram, ainda irregulares, chegando a superar a média na maior parte do país em março, mas não foram suficientes para recuperar o nível de reservatórios de água de usinas hidrelétricas e em cidades que enfrentavam racionamento de água. O volume do Sistema Cantareira, que abastece a capital paulista, registrou os menores valores de sua história e as previsões indicavam a manutenção da estiagem nos meses seguintes, devido à aproximação da estação seca normal.



### Capítulo III

## Inovações tecnológicas para mitigação dos efeitos da seca

### 1 – Introdução

Um bom começo para qualquer tema é a definição de sua essência, de acordo com o ministério de comunicações, Inovação tecnológica é toda a novidade implantada pelo o setor produtivo, por meio de pesquisas ou investimentos, que aumenta a eficiência do processo produtivo ou que implica em um novo ou aprimorado produto (M.C.,2012).

Ainda nessa linha de definições, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com a instrumentação do manual de Oslo, determina que inovação tecnológica pode ser de produto ou de processo, sendo a Inovação de Produtos tecnologicamente novos, que são produtos cujas características tecnológicas ou usos pretendidos diferem daqueles dos produtos produzidos anteriormente. Tais inovações podem envolver tecnologias radicalmente novas e podem basear-se na combinação de tecnologias existentes em novos usos, ou podem ser derivadas do uso de novo conhecimento. Existe também a Inovação de Produtos tecnologicamente aprimorados, que são produtos existentes cujos desempenhos tenham sido significativamente aprimorados ou elevados. Um produto simples pode ser aprimorado (em termos de melhor desempenho ou menor custo) através de componentes ou materiais de desempenho melhor, ou um produto complexo que consista em vários subsistemas técnicos integrados pode ser aprimorado através de modificações parciais em um dos subsistemas.

Por último se define a inovação tecnológica de processo, como a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega e armazenamento dos produtos. Tais métodos podem envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção, ou uma combinação dessas mudanças, e podem derivar do uso de novo conhecimento. Os métodos podem ter por objetivo produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que



não possam ser produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção, ou pretender aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes.

Tendo em vista a proposta desta monografia de mudança dos paradigmas utilizados pelos poderes nas formas legais das instituições responsáveis pelas obras de mitigação do combate à seca, o presente capítulo tende a apresentar formas de inovações de tecnologias de produtos e processos que possam de maneira organizada, vir a corroborar com um melhor desempenho das funções e projetos já existentes e que possam a vir existir.

Um dos maiores problemas que a inovação tecnológica enfrenta, é a base da teoria da destruição criativa, de Joseph Schumpeter, em sua obra, teoria do desenvolvimento econômico, de 1934. Nesta obra Schumpeter descreve que, o capitalismo moderno baseia seu crescimento por revolucionar constantemente sua estrutura econômica: novas firmas, novas tecnologias e novos produtos substituem constantemente os antigos. De forma simplificada, o termo inovação “schumpeteriana” é utilizado para definir inovações que destroem, o modo como se fazia determinada atividade (Schumpeter, 1934), mas e como evoluir ou modificar processos e obras que foram criados para serem justamente o contrário, que resistam a todas as intempéries e sejam eternos enquanto durem.

As grandes obras de mitigação dos efeitos da seca são planejadas para resistirem justamente as grandes mudanças, e mesmo os projetos de usos intermitentes são apresentados como de uma vida útil bastante elevados, ou pelo menos elevados o suficiente para que os gestores não aceitem a sua troca a medida que uma nova tecnologia seja apresentada, como é o caso exemplar de grandes obras de adutoras, que uma vez instaladas, sofrem apenas trocas de manutenção preventivas, mas nunca se ouviu falar de nenhuma obra de troca completa de uma adutora pela presença de uma tecnologia que apresente melhor desempenho ou menor perda de carga.

É de posse desses conhecimentos do cenário a enfrentar que este capítulo será subdividido para atender a real proposta da monografia, apresentar obras, processos e produtos que possam melhorar o desempenho da distribuição de água de qualidade para as populações inseridas nas áreas de semiárido do nordeste brasileiro, sendo assim seccionada em três etapas distintas do processo como um todo, sendo estas: Captação e armazenamento de água, Tratamentos de água e Controle e logística de água.



## 2 – Captação e armazenamento de água.

### 2.1 – Utilização de energia cinética de captação de água para produção de energia elétrica.

Este tópico representa uma das bases mais importantes desta pesquisa, haja visto que com este assunto, apresentamos uma inovação tecnológica que é capaz de melhorar os processos e desempenhos para a captação de dois dos três maiores desafios para a manutenção da vida na terra, água e energia, mas antes de iniciar sobre o tema se faz necessário uma revisão de conceitos e definições de determinadas leis para que a física teórica possa ser melhor compreendida nessa ciência aplicada.

A primeira definição pode parecer trivial, mas é um pouco mais complicado do que se possa imaginar, mas para este trabalho será considerado que a definição de energia, é a capacidade de um sistema de gerar trabalho ou ação. Agora usando de uma das mais famosas teorias, a teoria da relatividade restrita, original de Einstein em 1905, temos de maneira bastante resumida, que a quando a massa de um objeto alcança a velocidade da luz ao quadrado, ele se converte em uma quantidade equivalente de energia, ou seja, matéria e energia, podem ser a mesma grandeza, e portanto se atrelam em algumas leis em comum.

Umas das leis em comum entre a matéria e a energia, vem da teoria da conservação das massas, difundida pelo francês Antoine Lavoisier, que partindo de uma série de experimentos percebeu as leis básicas da conservação, numa reação química que ocorre em um sistema fechado, a massa total antes da reação é igual à massa total após a reação, ou seja, “Numa reação química a massa se conserva porque não ocorre criação nem destruição de átomos. Os átomos são conservados, eles apenas se reorganizam. Os agregados atômicos dos reagentes são desfeitos e novos agregados atômicos são formados”(Lavoisier, 1785), ou ainda, filosoficamente falando, “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Transformação e a palavra chave deste tópico, se energia não se cria, como ela pode ser inserida em um sistema que seja útil para a realização de um trabalho específico, o meio disto acontecer é a conversão, a capacidade que a energia tem através de suas interações se modificar para um novo tipo de energia através de seus instrumentos vetores para o trabalho adequado. De posse destas informações, sabendo que a quantidade de energia disponível na terra tende a ser a mesma, por que existe as crises energéticas? A resposta é simples, o problema surge da disponibilidade de um determinado tipo de energia para ser aplicado em um determinado

sistema, como por exemplo da crise de combustíveis, que precisa da resposta de uma energia química bem específica, na forma de combustíveis, fosseis ou renováveis, para a conversão em energia cinética para se realizar o seu devido trabalho, nesse caso, movimentar automóveis.

O exemplo de conversão de energia que prendeu o foco desta pesquisa, vem do conceito de conversão de energia cinética, através do deslocamento de massas de água, em energia elétrica, para as funções diversas que o cotidiano demanda, sendo esta muito popular por seu uso em grandes hidroelétricas, mas o ponto que levanta questionamento é simples, quanta energia cinética é desperdiçada todos os dias através do bombeamento de massas de água através de adutoras e aquedutos?

Dois pontos negativos podem ser apresentados contra essa ideia de maneira sensível quase imediatamente, o primeiro ponto é que a quantidade de energia gerada através da captação de bombas em aquedutos, dificilmente será capazes de “pagar” a quantidade de energia utilizada para o funcionamento normalizado da moto-bomba, e o segundo ponto é que a utilização de turbinas sendo movimentadas através da relação entre a resistência de suas pás e a movimentação das massas de água, vai contra a ideia de uso otimizado da força da moto-bomba em relação ao seu trabalho, levando em consideração a perda de carga do sistema, ou seja, para cada turbina adicionada ao sistema de transmissão de água, uma perda de carga maior afetaria a distribuição, que levaria a necessidade de uma moto-bomba mais forte, que acaba utilizando mais energia, formando assim um ciclo vicioso e nada positivo para o sistema.

Após alguns layouts para acabar com esses dois problemas em específicos, foi apresentado duas soluções, a primeira parte da analogia da “carona no taxi”, onde uma pessoa precisa pegar uma viagem de taxi que será cara, e uma pessoa aparece lhe oferecendo para pagar a metade do valor da viagem, caso possa ir junto, a questão não é que esta pessoa seja capaz de pagar toda a viagem, mas que com ou sem esta pessoa, o viajante terá que pagar a corrida de qualquer jeito. Traduzindo isto para o nosso cenário, não importa que o sistema seja capaz de pagar o gasto energético da moto-bomba e as demais operações, mas a função principal do sistema é transportar água de sua origem até os pontos de tratamento ou reservatórios, com ou sem a inserção do sistema de geração de energia, as bombas serão ligadas.

O segundo problema, oriundo da relação da força de trabalho da moto-bomba, e a perda de carga do sistema, algo análogo como um atrito, relativo a diversos fatores, como distancia, inclinação e material da tubulação,

se baseia que a relação de otimização da distribuição de água tem três fatores principais, a vazão de água desejada no final do sistema, a força de trabalho da moto-bomba para realizar o movimento da massa de água em função do tempo, e os obstáculos que geram a perda de carga, ou seja, que gastam a força de trabalho da bomba entre seu ponto de entrada e seu ponto de saída, a solução proposta decidida para esta apresentação foi, a implementação dos sistemas de geração de energia elétrica em pontos que não são relacionados com os cálculos de perda de carga.

O primeiro ponto de implementação será anterior a moto-bomba, entre o ponto de captação de água primário e a moto-bomba, sendo assim irrelevante com a força dos aparelhos em relação a perda de carga do sistema de distribuição, e um segundo ponto na saída do sistema, onde a vazão de água já alcançou seu destino, sendo assim desnecessário que mais força seja aderida no sistema, e tendo sua implementação baseada com a energia cinética de chegada da água, recomendado até mesmo uma leve queda de água em um desnível para um aumento da força cinética através da ação da gravidade.

## *2.2 – Usos e vantagens dos sistemas de cisternas moduladas.*

Um problema constante observado em zonas de efeito de aridez está na construção de reservatórios para o armazenamento de água, pois as obras de alvenaria são lentas e onerosas economicamente, e isto acaba não servindo para uma utilização destes produtos como solução paliativa de efeitos pontuais de áreas de seca e semiárido. Uma solução criada recentemente foi a criação dos sistemas de reservatórios modulados, capazes de serem montados em pouco tempo, de fácil transporte, de capacidade flexível de volume e dimensionamentos.

Graças a utilização de um novo processo de fabricação de fibra de vidro com a adição de resinas de poliéster reforçado, através do sistema SMC (Sheet Moulding Compound), ou Moldagem de Composto em Lençol (lâmina), é possível criar um sistema de reservatório através da junção de placas capaz de armazenar volumes na grandeza de milhões de litros sem o uso de alvenaria, apenas usando encaixes, parafusos e junções hidráulicas.

O fato deste sistema modular se de fácil transporte, além de colaborar com a logística, e permitir o acesso de peças como estas em locais de difícil acesso, permite também que a construção dos reservatórios seja feita in loco, adequando-se com as áreas em que esteja disposto. Outro fator positivo em relação aos sistemas convencionais se deve a sua manutenção,

haja visto que este produto está sendo apresentado como uma inovação tecnológica para a mitigação dos efeitos da seca, permite que sua manutenção possa ocorrer sem o desperdício de suas reservas de água.

O produto modulado permite que a sua manutenção ocorra sem a necessidade do esvaziamento total de suas reservas, o que não pode acontecer em muitas vezes em reservatórios de alvenaria ou de tanque escavado, no sistema modulado ocorre a manutenção de maneira simples, a água de uma célula é transferida para outras células do sistema, esvaziando assim o a célula para a manutenção sem o desperdício de nenhuma gota de água, algo vital para um sistema que está inserido em regiões de escassez de recursos hídricos, havendo assim a manutenção apenas das áreas que necessitem de reparos, e podendo haver também a troca de peças e placas de maneiras independentes do sistema como um todo.

Provido de proteção para garantir a qualidade da água armazenada, possui opacidade e proteção contra os raios ultravioletas, evitando a proliferação de algas e micro-organismos, além de resistir a variações climáticas como fortes ventos e sol intenso, barateando ainda mais seus custos por não precisar de galpões ou proteções desnecessárias, algo obrigatório em produtos semelhantes de fibra de vidro.

O uso dessa tecnologia pode também ser aplicada como reserva estratégica de água em outras situações, como suporte auxiliar em edificações que tenham aumento de sua demanda de água por motivos sazonais, graças ao seu aspecto móvel, pode ser utilizada durante processos de construção civil, ou de acomodações temporárias, ou demandas temporárias como eventos, tanto internos quanto externos.

Partindo de um exemplo simplista para demonstrar a comodidade do transporte, ao declarar que temos um reservatório modular de base com 01 m<sup>2</sup> e altura de 02 metros, estamos falando de um reservatório com capacidade de 2000 litros de água, uma média comum em áreas residenciais, capaz de passar tranquilamente por uma porta comum, de ser transportada até mesmo em um ônibus coletivo e de ser armazenada em um canto de um cômodo ocupando menos espaço que um guarda-roupas.

Figura 6: Exemplo de caixa modular montada.



(fonte: Fortlev,2014)

Diferente do uso atual das cisternas escavadas, que exigem do proprietário muita movimentação de cargas de solo, é possível armazenar a mesma quantidade em uma área adjunta a residência sem necessidade de movimentação e escavação do terreno, deixando esta área livre para outros usos, como plantações de agricultura familiar.

Figura 7: Caixa modular como reserva estratégica em indústria.



(fonte: Fortlev, 2014)

Com todos estes pontos apresentados, o sistema de reservatórios modulados para água se demonstra o futuro do armazenamento de água doméstico e industrial, e para grandes volumes de reservas estratégicas moveis para o auxílio das obras orientadas para a mitigação dos efeitos da seca.

### 3 – Tratamentos de água.

#### 3.1 – Metodologias alternativas de tratamento de água.

Como uma das propostas principais desta monografia, a necessidade de mudanças nas distribuições de água para cada tipo de necessidade, surge também uma necessidade de identificar certas informações, além de saber qual será a finalidade da água em questão, também é necessário saber qual os processos com o melhor custo-benefício para alcançar os parâmetros necessários para o produto final, seguindo sempre as diretrizes da Agência Nacional das Águas, ANA. Com base no artigo "A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry", foi fundamentado este tópico demonstrando os vários tratamentos possíveis e seus prós e contras.



Se faz um equívoco de gestão recorrente, o gasto exacerbado em alternativas de tratamento de água para alcançar um grau mínimo de potabilidade para o consumo humano, e destinar esta água para todos os fins que a qual seja de interesse utilizado, como fins industriais, irrigação e outros que possam ser vistos como desperdício de água de qualidade, para tanto a inserção de novas metodologias, mais adaptáveis para cada tipo de sistema e utilização, é um dos meios de preservação da água limpa para o grau máximo de hierarquia de uso, o uso humano e a dessedentação animal, de acordo com a lei 9.433 de 1998 (Constituição Federal, 1998).

Aqui será apresentado superficialmente alguns pontos vantajosos e desvantajosos de alguns dos processos já conhecido, e recomendações de suas aplicações em par de algumas atividades. De princípio já podemos dividir os métodos de tratamento de água em dois tipos distintos, os métodos de uso químico, e os de uso físico.

Como inicial citarei os exemplos de processos físicos, aquele em que o sistema independe da inserção constante de produtos químicos, necessitando somente dos processos de passagem pelo sistema em que estará inserido para a modificação positiva para a adequação dos parâmetros de qualidade de água para o fim destinado.

O primeiro método a recorrer, o sistema de filtragem simplificada, é um dos mais utilizados em regiões menos desenvolvidas tecnologicamente, como as zonas de efeitos da seca no semiárido, consiste em um processo de passagem de água, seja através de meios ativos ou passivos, através de malhas a fim de separação de corpos sólidos em suspensão, que possam ficar presos entre os vãos da malha, pode até ser útil ao retirar muitos corpos estranhos, e inadequados para o consumo, mas ele não tem efeito nenhum na separação de soluções, homogêneas ou heterogêneas, que possam estar inseridas, e não tem também nenhum efeito esterilizante para efeitos bióticos, por isso que esse sistema é altamente recomendado com a junção de outro método físico, também de baixíssimo custo e de fácil execução, o ato de ferver a água, mas utilizada de maneira independente pode ser utilizada em águas que não tenham função biológica alguma, como a dessedentação, mas pode ser utilizada em processos onde o uso do fator solvente da água seja necessário, como em limpeza de pátios, ou em irrigação de pontos não destinadas a alimentação, como praças e parques.

A água em ebulição, além do fator esterilizante da grande maioria dos fatores bióticos, pode ser o vetor de destilação de muitos elementos que possam se vaporizar e se volatilizar em uma solução com altos valores energéticos caloríficos, por isso que essa dupla de ações são as mais utili-

zadas para o uso de consumo humano em zonas de estresse por indisponibilidade hídrica ou de zonas com falta de saneamento ou disposição de água com devido tratamento.

Outra metodologia, que está sendo mais difundida atualmente, é o uso da influência dos raios Ultravioleta, em determinado espectro específico, com sua função altamente esterilizante, mas infelizmente ela não pode ser utilizada como processo único, haja visto que sua influência afeta apenas o aspecto biológico do tratamento, isso o torna uma tecnologia mais cara que as demais, por necessitar anteriormente de tratamento específico para os aspectos físicos e químicos da água, outro problema nesse sistema se faz em calcular com exatidão as doses de efeitos da irradiação UV, haja visto que a maioria dos tratamentos se faz em larga escala, com grandes vazões, não só em volume, quanto em velocidade da transposição de massas de água, a irradiação UV é capaz de atingir todo o corpo de água, mas infelizmente o problema do sistema é justamente o tempo de exposição a esta irradiação. O uso de irradiação ultravioleta é muito recomendado em indústrias de comida ou de produtos que necessitam de água sem a inserção de outros produtos químicos que possam alterar as constituições de seus produtos, por não apresentar nenhuma toxicidade residual do seu processo, diferente de muitos processos químicos.

O processo de destilação, dentre os físicos é o que alcança os melhores parâmetros de qualidade de água, servindo perfeitamente nos três aspectos do tratamento de água, sendo capaz de separar fisicamente até mesmo soluções homogêneas, e tendo o mesmo efeito esterilizante que o aquecimento da água, infelizmente para esse processo o gasto energético para volumes de água muito grandes, é incomensurável, tornando esse tratamento inviável para o consumo geral de uma população, sendo utilizado quase que somente por setores que necessitam de água totalmente pura para suas funções, como indústrias químicas e farmacêuticas.

Do outro lado dos processos estão os processos químicos de tratamento, aqueles que introduzem no sistema de maneira pontual e controlada, a inserção de produtos químicos com alguma finalidade específica, seja esta finalidade servir como esterilizante, ou como reagente para a separação química de determinados produtos. Os tratamentos químicos são comuns por não necessitarem de introdução de outras fontes de energia no sistema, pois carregam em si energia em forma de energia química, sendo desse jeito uma forma de baratear os custos dos tratamentos, mesmo sendo assim firmada a necessidade de introdução dos seus volumes durante o sistema, gerando os seus próprios custos operacionais para os sistemas de tratamento.



O elemento mais comum em tratamento, por conta de seu baixo valor de custo e sua fácil disponibilidade é o Cloro ( $\text{Cl}$ ), que também é recomendado por conta do seu fácil monitoramento dos resíduos livres, o cloro é utilizado durante o processo de tratamento de água devido ao seu fator de esterilização, mas o cloro tem muitas restrições e contrapontos, como o fato de que ele reage de maneira diferente para com diferentes matérias orgânicas, podendo assim ter subprodutos potencialmente perigosos para a saúde humana ou outros perigos, também não é recomendado em indústrias que necessitam do uso de água em seus produtos diretamente por ter o efeito de mudança sensorial, tanto na paladar quanto nos odores da água. O principal perigo do uso de cloro em tratamento vem da possibilidade da reação gerar gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ), que é tóxico e pode ser muito prejudicial tanto para os trabalhadores do tratamento quanto para os equipamentos, exigindo assim de medidas de segurança específicas para evitar esses infortúnios.

Outra forma de uso do cloro, é na forma de Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), que apresenta uma capacidade de esterilização maior que a do cloro, resultando assim em menores taxas de corrosão dos equipamentos de tratamento, e suas propriedades de esterilização biológica são independentes do pH em que esteja inserido, mas o dióxido de cloro embora seja fácil de usar e de gerar, precisa que este seja gerado de forma local, devido as suas propriedades voláteis e de transformação. Ainda apresenta a capacidade de geração de subprodutos perigosos durante seu tratamento, mas pode servir de maneira mais abrangente por não influenciar nas qualidades sensoriais da água.

Outra forma de uso de cloro vem das cloraminas, substâncias que tenham em sua composição átomos de cloro ligados a átomos de nitrogênio, que apresentam funções antissépticas e desinfetantes como as outras formas de cloro mostrada anteriormente. A principal diferença entre as cloraminas e as outras formas de cloro anteriormente apresentadas vem de que as cloraminas são duradouras e instáveis, afinal estão encontradas em estado sólido, mas apresentam um pobre efeito biocida, requerendo um contato por mais tempo da água no sistema.

Saindo da linha de uso da família de produtos do cloro, o produto químico mais indicado para o tratamento de água para o consumo humano, e para a indústria alimentícia, é o gás Ozônio ( $\text{O}_3$ ), apresentando um fator biocida rápido e forte, exigindo pouco tempo de contato da água no sistema, e apresentando subprodutos muito similares aos subprodutos de uma oxidação simples, não sendo prejudiciais, pelo menos os subprodutos, pois a inalação de ozônio é tóxico para seres humanos, infelizmente o uso de

ozônio acaba por ser um pouco mais oneroso por este ter uma vida útil muito curta no sistema, e por não deixar resíduos quando se extingue, dificultando processos de verificação de sua eficácia.

O último item dessa lista é o menos tóxico e mais simples de aplicação, é a utilização do peróxido de hidrogênio, ou como é popularmente conhecido, água oxigenada ( $H_2O_2$ ), esta solução infelizmente não é recomendada para o tratamento de grandes massas de água pelo mesmo motivo dos itens das clorinas, por necessitar de muito tempo de contato para uma eficiência mais adequada para o tratamento, e ainda por cima, necessita de grandes volumes para uma boa proporção com a água para se tornar efetiva de maneira satisfatória, mas diferente dos outros métodos químicos, este deixa como subprodutos residuais água e oxigênio, que não são nada tóxicos e não trazem malefício algum para o produto final do tratamento.

Esta lista ainda não é suficiente para demonstrar todos os tipos de tratamento para as várias demandas de águas de acordo com suas funções, mas tem por objetivo nortear as decisões daqueles que possam opinar sobre o destino da água para abastecimento humano, realmente é necessário que o tratamento seja unificado para fins variados, poderia um tratamento se tornar mais viável para uma região do que para outra, esta é a ideia estruturante desse tópico.

### *3.2 – A realidade do reuso de águas residuais industriais e urbanas.*

A realidade da escassez de água com graus de potabilidade compatíveis com os usos domésticos e industriais aparenta ainda não ter sido compreendida com a real grandeza e cautela que necessita no Brasil, tanto por conta da população referida, quanto pelos órgãos gestores para a preservação e gestão racionalizada dos volumes de água, mas a água ainda está sendo tratada como algo infinito, devido a farta disponibilidade que o país disponibiliza.

O Brasil ainda precisa evoluir muito em relação ao consumo consciente de sua água, e muito além disso, dos cuidados de sua água residual. O país tem instrumentos e políticas de tratamento de água residual para despejo em efluentes, mas não existe nada focado para o incentivo do uso de águas residuais para o seu reuso nos sistemas ao qual são despejados. Outros países não seguem esses paradigmas falhos em relação ao consumo da água, e prezam por esse bem com o devido valor devido a um fator bem simples, eles não o possuem em quantidades satisfatórias para suas demandas.

Um ótimo exemplo dos avanços das políticas e metodologias de reuso de águas residuais vem da Arábia Saudita, o maior país do mundo sem lagos e rios (Llamas e Custodio, 2003), tem hoje o terceiro maior consumo per capita de água do mundo, graças aos avanços de sua agricultura nos últimos anos em relação ao tamanho de sua população (FAO, 2008). Apresentando uma demanda de água com aproximadamente 20 bilhões de metros cúbicos de água, tendo apenas 2,4 bilhões dessa água vindo de fontes renováveis, os outros quase 80% de sua demanda é suprida através de fontes não renováveis, neste caso os aquíferos da região da península arábica.

Na Arábia Saudita vários pesquisadores tentam provar que o equilíbrio entre gasto energético, gasto econômico e impacto ambiental oriundos do tratamento de águas residuais para os mais variados fins se prova melhor que os atuais processos de dessalinização das águas marinhas, mas mesmo assim apenas 0,7 % da água utilizada vem dos tratamentos de águas residuais, contra 4,4% do uso de águas de dessalinização (Kajenthira, 2012).

O tratamento das águas residuais para fins de potabilidade humana acaba por ser oneroso, tanto energeticamente quanto economicamente, para que se alcance parâmetros ideais, mas para os parâmetros necessário para outras funções, as águas de segundo uso apresentam tratamentos mais simplificados, que são capazes de baratear bastante os seus tratamentos a ponto de em uma balança econômica chegarem a custo zero, fazendo que o preço do tratamento de águas residuais alcancem o mesmo valor que o custo monetário da entrada de águas de primeiro uso no sistema.

Entre os vários usos que as águas residuais tratadas possam ter, é possível dividi-los em dois grupos principais. O uso aplicado a agricultura, e os usos para aplicação urbana (Meneses, 2010).

Entre os usos agrícolas podemos citar a substituição do Fosfato de nitrato de amônio, um fertilizante artificial sintético utilizado em plantações de grãos para consumo humano, apenas pelo uso da água residual devidamente tratada, obtendo com isso valores semelhantes em sua solução de Nitrogênio e Fósforo (Meneses, 2010). Levando em consideração os gastos que são gerados pela aplicação desse insumo artificial, o uso de águas tratadas para o segundo uso são econômicas e ambientalmente positivas.

Entre os fins de uso urbano, basta enfatizar que a agência nacional das águas (ANA, 2008), define vários parâmetros para a água de acordo com o seu uso, então bastando associar o nível do tratamento da água residual com a finalidade desejada, podendo ser esta utilizada para combate a incêndios, irrigação de parques e campos, construção civil, fontes ornamen-

tais, e mesmo em usos residenciais como sanitários e usos de limpeza, bastando apenas o direcionamento certo para tal.

Com esta pesquisa em andamento, se fez possível a listagem de alguns fatores para adiantar os investimentos em tratamentos de águas residuais.

- 1- Utilizar o quesito “energia” quando for necessário optar futuramente por metodologias para as opções de provisões de águas, em alguns tratamentos para determinadas demandas de águas de segundo uso, o custo de energia chega a ser zero.
- 2- Fornecer apoio financeiro para medidas de melhoramento de eficácia e eficiência do uso de águas pela indústria, como empréstimos ou créditos fiscais, para a aplicação de metodologias de reuso de águas pelo setor industrial
- 3- Modificação de tarifas de água domésticas, como já ocorre com as taxas pelo tratamento de efluentes domésticos em muitos Estados brasileiros, mas com foco para o consumo, afinal o tratamento de águas de reuso por uma agricultura, não deverá pagar o mesmo valor que uma residência que paga por uma água em parâmetros de potabilidade humana.
- 4- Um dos passos mais vitais se deve a ampliação e melhoramento da infraestrutura de águas, a infraestrutura para a coleta das águas residuais, junto as redes de esgotamento, devem acontecer para uma abrangência rápida e menos onerosa da coleta de esgoto e seu encaminhamento para as estações de tratamento de águas residuais.
- 5- A criação de programas que incentivem o uso de águas residuais para a agricultura, haja visto que plantações que não visem o consumo humano, e mesmo algumas que visem, não devem ser vetores de desperdício de água de boa qualidade, sendo assim uma competição direta de centros urbanos, que necessitam de águas potáveis.

#### 4 – Controle e logística de água.

Ao decorrer da criação desta monografia, um outro projeto paralelo está sendo elaborado e em fase de pré-execução por conta do autor, trata-se do projeto piloto “Bandeira azul”, criado com o intuito de ser uma decisiva ferramenta para o controle das movimentações de águas, tanto em larga quanto em baixa escala, em prol de sanar o problema na demora da identificação de pontos de perda de água ao longo de aquedutos de todos os tipos.

O projeto em questão, tal qual os apresentados anteriormente, visam não “destruir” os paradigmas e instrumentos presentes, mas adicionar novos itens aos seus processos, este sendo um adendo de acréscimo de informação ao controle do sistema, sendo apenas uma rede de apoio das informações básicas dos sistemas de distribuição de água, de maneira rápida e pontual.

O projeto trata de um software aplicativo, integrado aos sistemas de distribuição de água, que é capaz de indicar de maneira estatística e matematicamente, indícios de perda de volume de água ao longo de suas tubulações, e até mesmo setores, baseado em relações simples de vazão, índices volumétricos e valores de perda de carga ao longo de trechos de aquedutos, servindo dessa forma como uma ferramenta importante para as áreas de semiárido, onde o desperdício de água por vazamentos devem ser tratados como crime hediondo.

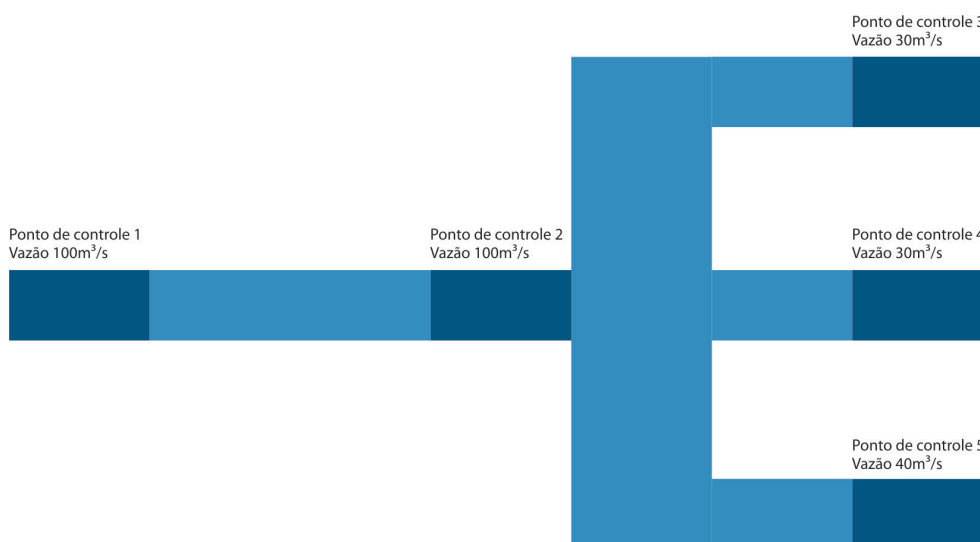
Com base nos seguintes pressupostos, primeiro, que tal qual as relações químicas, todo o produto de entrada tende a ter um produto de valor equivalente a saída, e segundo, que a vazão sendo a relação de transporte de volume de um líquido em função do tempo, e a perda de carga seja apenas um fator que afeta a vazão, mas não o volume(Oliveira,2011), faz-se saber que todo volume de líquidos que entram em um lado do sistema de aqueduto, tende a sair pelo outro lado do aqueduto, com base nisso o projeto foi desenhado para funcionar da seguinte maneira.

O sistema tem uma ideia baseada nas definições de delimitações de bacias hidrográficas, mas seguindo um vetor contrário, haja visto que este não é dependente da estrutura topográfica para o transporte da água. Partindo de um ponto inicial de captação de água, a vazão de água é definida no seu ponto de saída, com base no controle de gestão de tempo, temos assim o volume que está sendo inserido no sistema, e ao longo do aqueduto são inseridos dispositivos que irão recalcular a vazão ponto a ponto e transmitir esses dados para um ponto de computação dos dados centralizados. Com base em cálculos de projeções de perda de carga para cada ponto, é possível determinar matematicamente al-

terações no sistema, mesmo que este ainda apresente vazões idênticas ao ponto inicial, devido ao fato do sistema ainda se encontrar em seção cheia por conta do esforço da pressão das bombas.

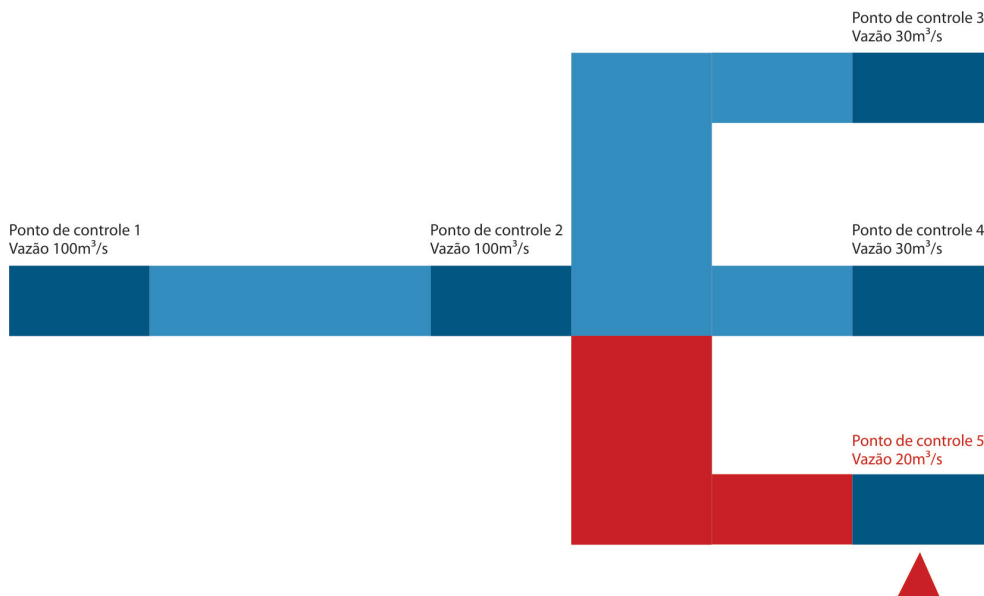
Para cada ponto cadastrado, será computado um valor de vazão e um novo valor de perda de carga, sendo assim possível a montagem de uma rede inteira de informações únicas e precisas, e quando algum dos pontos de controle determina que os parâmetros estão fora de sua margem estipulada, o ponto de controle indica que está acontecendo um erro em algum ponto de sua distribuição, levantando assim a “bandeira azul”, um indicativo que algo aconteceu entre o último ponto da linha de distribuição e este ponto.

Figura 8: Sistema bandeira azul em fase inicial 1.



(Fonte: Autor, 2014.)

Figura 9: Sistema bandeira azul em fase inicial 2.



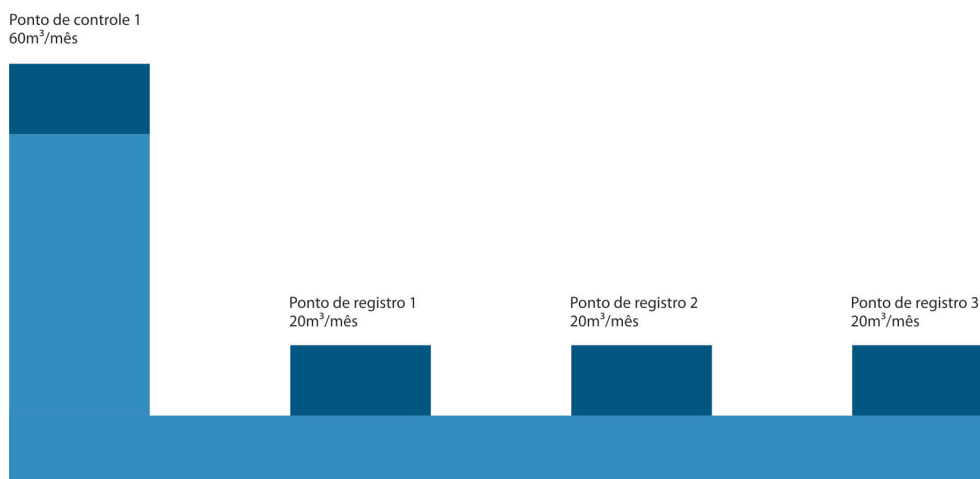
(Fonte: Autor, 2014.)

O sistema “Bandeira azul” visa em sua fase final de projeto, ser parte integrante dos sistemas de consórcios de água, a nível nacional, como instrumento de apoio a regulação do uso da água, pois como citado na legislação 9.433 de 1998 da constituição federal(CF,2014), a água é um bem da União, que tem por obrigação gerenciar seu uso racional para todos os seus usos cabíveis, e como instrumento regulador deste bem finito, esta é dotada de valor econômico a fins de controle e não banalização por seus usuários. O sistema “Bandeira azul” será integrado ao sistema de controle de cobranças de água dos consórcios, estes serão os indicativos mais pontuais de eventos de mudanças abruptas de volumes de água em uma região de menor área, tanto para mais, indicativo assim de vazamentos internos em uma residência, quanto para menos, que podem ser indicativos de fraudes ou vícios do sistema de registro de volumes de água, os hidrômetros.

O sistema irá realizar um somatório simples de valores de consumo registrado de hidrômetros, e compara-los com os valores de volumes de água enviado para cada secção já definida, apresentando em casos de discrepâncias de valores, indícios de perda de volume de água naquela secção, seja esta por vazamentos dos aquedutos, ou adulteração de hidrômetros residenciais ou industriais, com base nessa rede, quanto maior o número de pontos de controle, mais fácil ficaria definir o local exato do ponto de perda de volume de água. Assim que determinado a secção que apresentou uma discrepância relevante para acionar o sistema, os bancos de dados de controle de água do consorcio será computado pelo sistema para apontar,

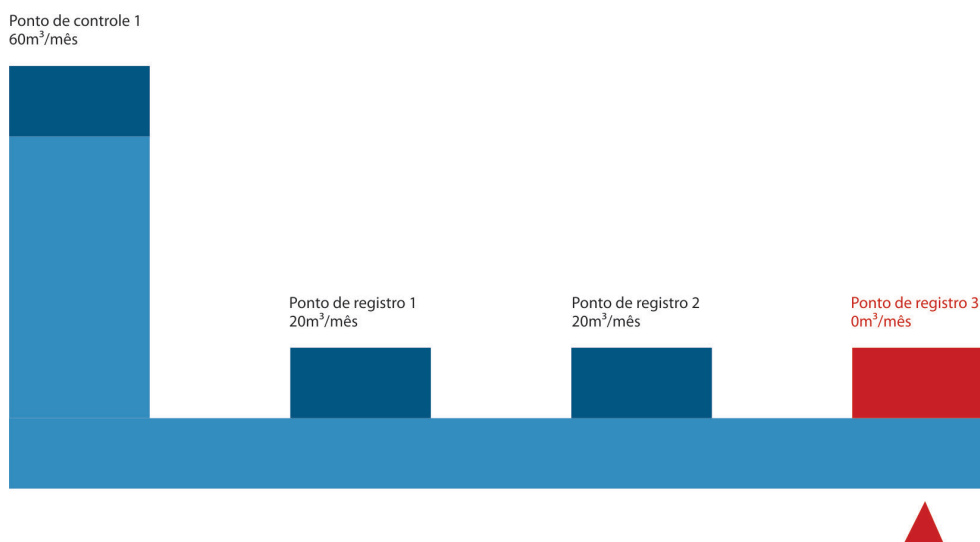
modificações financeiras que não se encaixem nos padrões estáticos já inseridos no sistema de controle ou em relação a região.

Figura 10: Sistema bandeira azul em fase final 1.



(Fonte: Autor, 2014.)

Figura 11: Sistema bandeira azul em fase final 2.



(Fonte: Autor, 2014.)



## Comentários conclusivos

Com base nos levantamentos imbuídos a esta monografia, envolto no cenário desmitificado da realidade dos efeitos, e das definições geográficas, das áreas da seca, é definido como possível a utilização dessas inovações tecnológicas e de outras que possam vir a existir, para a instalação de projetos e ações positivas, com fins de amenizar os efeitos sociológicos e econômicos que são restringidos pelos longos períodos de estiagem nos 1.989 municípios abrangidos pela SUDENE (SUDENE,2011).

Ideias que possam baratear os custos de instalação e manutenção das ações preventivas e paliativas para combate aos efeitos da seca, são a principal necessidade atual, seguidos de mudanças paulatinas de paradigmas e políticas públicas já consistentes a esta realidade, será possível sim ao decorrer de pouco tempo verificar e mensurar mudanças positivas nas localidades, aumentando tanto o Índice de desenvolvimento humano (IDH), quanto a própria economia da região. Bastando apenas existir uma relação intrínseca entre os órgãos gestores e as companhias fomentadores de tais tecnologias, pois quanto mais a inovação tecnológica se insere no contexto, menos gastos, tanto energéticos quanto financeiro, são desperdiçados, dando assim uma abrangência maior da área e do número de pessoas atingidas por essas medidas positivistas, com o mesmo valor de recursos gerenciados nos dias de hoje.

Existe também a necessidade de um órgão de “espinha dorsal” para a execução e deliberação do tema, algo que seja capaz de reunir de forma organizada todos os órgãos envolvidos na causa, como a SUDENE já foi no passado. Apresentando autonomia hierárquica e capaz de abranger, não apenas as obras necessárias para o combate à seca, mas também as obras de desenvolvimento e integração, como rodovias e ferrovias, e incentivo de indústrias de base e de consumos para a região.



## Referências

CASANIA, Sandra; ROUHANYB, Mahbod; KNØCHELA, Susanne. A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry. **Water Research** 39 (2005) 1134–1146. Disponível em <[http://www.academia.edu/5125545/Application\\_of\\_HACCP\\_to\\_water\\_reuse\\_in\\_the\\_food\\_industry](http://www.academia.edu/5125545/Application_of_HACCP_to_water_reuse_in_the_food_industry)>. Acessado em 31 ago. 2014.

DEBOER, J.; LINSTEDT, K. D. Advances In Water Reuse Applications. **Water Res.** Vol. 19, N. 11, pp, 1455-1461, 1985. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00431354/19/11>>. Acessado em 31 ago. 2014.

KAJENTHIRA, Arani; SIDDIQI, Afreen; ANADON, Laura Diaz. A new case for promoting wastewater reuse in Saudi Arabia: Bringing energy into the water equation. **Journal of Environmental Management** 102 (2012) 184e192. Disponível em <[http://belfercenter.hks.harvard.edu/publication/21949/new\\_case\\_for\\_promoting\\_wastewater\\_reuse\\_in\\_saudi\\_arabia.html?breadcrumb=%2Fpublication%2F1874%2Fterrorism\\_freedom\\_and\\_security](http://belfercenter.hks.harvard.edu/publication/21949/new_case_for_promoting_wastewater_reuse_in_saudi_arabia.html?breadcrumb=%2Fpublication%2F1874%2Fterrorism_freedom_and_security)>. Acessado em 31 ago. 2014.

MENESES, Montse ; PASQUALINO, Jorgelina C.; CASTELLS , Francesc. Environmental assessment of urban wastewater reuse: Treatment alternatives and applications. **Chemosphere** 81 (2010) 266–272. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653510006442>>. Acessado em 31 ago. 2014.

NETO, Miguel David de Souza Neto; PEDROTTI, Alceu. **Mecanização Agrícola:** fontes mecanizadas como contribuição aos sistemas de produção agrícola. Aracaju: UFS, 2008.

OLITTA, Antonio Fernando Lordelo. **Os Métodos de Irrigação**. 1. ed., 6. Reimpressão. São Paulo: Nobel, 1984.

OLIVEIRA, Paulo Cesar Espinosa de. **Hidráulica de Canais em Regime Permanente**. Aracaju: UFS, 2005.

SALVADOR, Edgard; USBERCO, João. **Química 1:** química geral. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

Suassuna, João em <[http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=659&Itemid=376](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=659&Itemid=376)>. Acesso em 31 ago. 2014.

<<http://cbhsaofrancisco.org.br/>>. Acesso em 31 ago. 2014.

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Conserva%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_massa](http://pt.wikipedia.org/wiki/Conserva%C3%A7%C3%A3o_da_massa)>. Acesso em 31 ago. 2014.

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei\\_da\\_conserva%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_energia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_da_conserva%C3%A7%C3%A3o_da_energia)>. Acesso em 31 ago. 2014.

- <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A2nica\\_dos\\_fluidos](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A2nica_dos_fluidos)>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Relatividade\\_restrita](http://pt.wikipedia.org/wiki/Relatividade_restrita)>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nomadas/americalatina2012/marcospaulosantarosa.pdf>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/okara/article/viewFile/10741/9184>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://unifibra.ind.br/noticia/instalado-o-primeiro-tanque-modular-no-brasil-para-armazenamento-de-agua.html>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.agricultura.gov.br/combate-a-seca>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <[http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1)>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.dnocs.gov.br/>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem%20do%20Ceara/cedro.html>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala21/21\\_09.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala21/21_09.asp)>. Acesso em 31 ago. 2014.<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Seca\\_no\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Seca_no_Brasil)>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.fortlev.com/>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/tabela1>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.infoescola.com/geografia/industria-da-seca/>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1214:reportagens-materias&Itemid=39](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1214:reportagens-materias&Itemid=39)>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.mc.gov.br/acoes-e-programas/inovacao-tecnologica>>. Acesso em 31 ago. 2014.
- <<http://www.pit.org.br/1a-fase/inovacao-conceito>>. Acesso em 31 ago. 2014.